

0 7 2 3 9 4 9 -1

На правах рукописи

ЛИПКИН Аркадий Исаакович

**Модельный подход
к "разделам науки" на материале физики**

Специальность 09.00.08 - философия науки и техники

АВТОРЕФЕРАТ

диссертация на соискание ученой степени
доктора философских наук

Москва - 2001

Работа выполнена на кафедре философии факультета гуманитарных наук
Московского физико-технического института (государственного
университета)

Официальные оппоненты:

доктор философских наук, профессор Малкиель-Баженов Л.Б.
доктор философских наук, Пружинин Б.И.
доктор физико-математических наук, профессор Рыбаков Ю.П.

Ведущая организация - Институт истории естествознания и техники
Российской Академии Наук.

Защита состоится "12" XI 2001 г. в 15⁰⁰ часов на заседании
Диссертационного совета Д212.154.06 в Московском педагогическом
государственном университете по адресу 117571, Москва, проспект
Вернадского, 88, ауд. 818

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МПГУ по адресу:
117571, Москва, ул. М.Пироговская, 1.

Автореферат разослан "19" XI 2001 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
МИХАЙЛОВ В.В.



НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
КФУ



0000975560

07239494 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. 2000-й год был отмечен серией международных философских конференций, посвященных 100-летию квантовой механики (в Москве, Берлине, Мадриде и др. городах мира). Там обсуждался клубок проблем, к которым относятся начатые еще Эйнштейном и Бором, но не завершившиеся и сегодня споры об интерпретации квантовой механики (включая парадоксы "редукции волнового пакета", "теории измерений" и др.). Интенсивность обсуждения этих вопросов, касающихся оснований физики, сегодня весьма велика. Поскольку физика на протяжении почти всего Нового и Новейшего времени служила образцом естественной науки вообще, то многие из ее гносеологических и эпистемологических проблем актуальны и для других естественных наук.

Обсуждение этих проблем тесно связано с более общими вопросами – вопросами о взаимоотношении между теорией и эмпирией, о структуре научных теорий (вопрос, который, по словам философа Ф.Суппе, является одной из важнейших проблем в философии науки), о реалистическом и конструктивистском взгляде на происхождение, суть и цель научных теорий. Эти проблемы, актуализировавшиеся в бурную предреволюционную эпоху конца XIX – начала XX вв., интенсивно обсуждаются и в конце XX в.¹ К этому следует добавить проблему критериев истинности научной теории. Научность всегда отождествлялась с истинностью. Но во второй половине XX в. это утверждение все интенсивнее стало оспариваться некоторыми философами науки. Возник куновский тезис о "несоизмеримости теорий", и утверждения Пола Фейерабенда, что вообще "спор между наукой и мифом не принес победы ни одной из сторон" и "единственным принципом, не препятствующим прогрессу, является принцип "допустимо все" (anything goes).

Степень разработанности проблемы. Исследование научного познания и структуры научных теорий являются традиционными задачами методологии науки. Классические результаты при рассмотрении различных аспектов возникающих здесь проблем были получены А.Койре, Т.Куном, И.Лакатосом, В.С.Лекторским, К.Поппером, В.С.Степиным, П.Суппесом, Ст.Тулминым, Дж.Холтоном, П.Фейерабендом, Б.ван Фраассеном, В.С.Швыревым, В.Штентгмюллером и др.

Для нас особый интерес представляют следующие проблемы, относящиеся к разным уровням общности: юмовско-кантовская проблема сочетания эмпирической методологии с теоретическими законами и порожденный ею в западной философии спор между "реализмом" и "конструктивизмом"; вопрос о структуре научных теорий; конкретные

¹ "Научный реализм" и проблемы эволюции научного знания. М.: АН СССР, Ин-т философии, 1984.

философские проблемы квантовой механики и ряда других разделов современной физики.

Противостояние между "реализмом" и "конструктивизмом" в современной философии науки мы обнаруживаем в лице Б. ван Фраассена и его оппонентов², причем, ныне, как и столетие назад, опору себе реалистический и конструктивный эмпиризм ищут, соответственно, в классической и неклассической физике. При этом "реалистическая" позиция является обороняющейся, а ван Фраассен представляет атакующую сторону. К этому следует добавить историческую критику реалистических моделей развития науки Т. Куна и др. Но, опираясь прежде всего на господствующее мнение в среде ученых, "реализм" не сдаётся. Соответственно, не существует удовлетворяющих всех решения соответствующих проблем.

Отметим, что в **отечественной** философии науки, воспитанной на деятельностном подходе и общественно-исторической практике как критерии истины, столь важная для западной философии науки "проблема Юма" находится в тени.

Что касается проблемы структуры научных теорий, то в ходе попыток ее решения в западной философии науки сложился "общепринятый взгляд" (или "стандартный подход", в оригинале – Received View) на естественнонаучные теории. "Небольшим преувеличением будет сказать, что фактически каждый значительный результат, полученный в философии науки между 1920-ми и 1950 гг. или использовал или неявно предполагал этот "общепринятый взгляд" – утверждает Ф. Суппе. – Но в 1950-60 гг. "общепринятый взгляд" [далее у автора – ОВ] стал объектом мощной критики и "эти атаки были столь успешны, – продолжает он, – что к концу 1960-х был достигнут общий консенсус среди философов науки, что ОВ неадекватен как средство анализа научных теорий... Сегодня, в философии науки сложилась следующая ситуация: ОВ отвергнут, но ни одна из предложенных альтернатив анализа теорий не получила широкого признание"³. Это было сказано в 1969 г., но ситуация с тех пор принципиально не изменилась. В философии науки по-прежнему актуален поиск "структуры научных теорий".

В традиции **отечественной** философии науки 1960-80 гг. развивался "генетико-конструктивный" метод, который "в отличие от аксиоматико-дедуктивного, акцентирующего внимание на оперировании высказываниями, состоит в непосредственном обращении к абстрактным

² Images of Science: Essays on realism and empiricism with a reply from Bas C. van Fraassen. (Churchland and Hooker (ed-s)) Chicago, 1985; Harre R. Varieties of Realism. Oxf. 1986;

³ Suppe F. The Search for Philosophic Understanding of Scientific Theories. In: The Structure of Scientific Theories (Edited with a Critical Introduction by Frederick Suppe) Urbana, Chicago, London, 1974, p. 3-4, 10-12.

объектам теории"⁴ и в теорию, наряду с математическим, вводят еще и модельный слой. Наиболее известными образцами такого модельного слоя являются "ненаблюдаемые" "типы содержания физического знания" И.С.Алексеева и "теоретические схемы" В.С.Степина. Предлагаемый нами "модельный подход" во многом продолжает эту традицию.

Философские проблемы квантовой механики обсуждаются уже три четверти века, и интенсивность этого обсуждения не ослабевает⁵. Тем не менее, несмотря на существенное развитие эксперимента и появление ряда новых теоретических разработок (теорем Белла, развития теории Бома, теории декогеренции, модели Эверетта и др.)⁶, мы по-прежнему стоим перед совокупностью спорящих друг с другом интерпретаций, а поставленные в конце первой трети XX в. проблемы все еще далеки от решения.

Все вышесказанное говорит в пользу того, что ни один из имеющихся подходов (практически все они развиваются в рамках эмпиризма), не способен адекватно и достаточно полно описать структуру и процесс развития естественной науки. Поэтому, во многом соглашаясь с критической аргументацией ван Фраассена, но не соглашаясь с предлагаемым им решением юмовской проблемы, мы вводим еще один "галилеевский" вариант философии науки, порожденный научной деятельностью Г.Галилея в том же XVII в., что и бэконовский эмпиризм.

Цели и задачи исследования. Основной целью диссертационного исследования является разработка общего подхода и максимально конкретной "структуры научных теорий", который бы более адекватно описывал структуру физической теории и работу физиков при их создании (с учетом проблем, высвечиваемых спором между "реализмом" и "конструктивизмом"). Мы назвали этот подход "модельным подходом", поскольку в нем наука определяется, в первую очередь, используемыми в ней онтологическими моделями.

В качестве особой задачи ставится применение "модельного подхода" к решению ряда центральных проблем в философии квантовой механики, к которым относятся начатые еще Эйнштейном и Бором, но не завершившиеся и сегодня, споры об интерпретации квантовой механики.

⁴ Мамчур Е.А., Овчаниников Н.Ф., Огурцов А.П. Отечественная философия науки: предварительные итоги. М.: Наука, 1997, с. 266, 272.

⁵ Алексеев И.С. Деятельностная концепция познания и реальности. Избранные труды по методологии физики. М.: РУССО, 1995; Блохинцев Д.И. Принципиальные вопросы квантовой механики. М.: Наука, 1987; Клышко Д.Н. Основные понятия квантовой физики с операциональной точки зрения. // Успехи физич наук, 1998, т. 168, N 9, с.975-1015; Beller M. The Sokal Hoax: At Whom Are We Laughing? // Physics Today, 1998, v. 51, September, p. 29-34; Van Fraassen Bas C. Quantum mechanics. An Empiricist View. Oxf., 1991, 1995.

⁶ Менский Б.М. Квантовая механика: новые эксперименты, новые приложения и новые формулировки старых вопросов. Успехи физич наук, 2000, т.170, вып. 6, с. 631-648.

Ключ к ответу на ряд таких фундаментальных вопросов в физике лежит вне физики, он лежит в тех гносеологических и эпистемологических схемах, которые часто определяют саму постановку этих вопросов.

Кроме того, ставится задача применить "модельный подход" к основным разделам физики в целях проверки универсальности предложенного подхода.

С целью выявления специфики научных дисциплин, как они проявляются в рамках разработанного в работе "модельного подхода", ставится задача рассмотреть применение этого подхода к синергетике и химии.

Объектом исследования являются процессы формирования различных разделов физики и их функционирования, а также гносеологические схемы, используемые физиками при постановке различных вопросов, связанных с основаниями науки.

Теоретико-методологические основания исследования.

В своем исследовании автор руководствовался следующими идеями:

- основными методологическими концепциями современной философии науки (Т.Куна, И.Лакатоса, К.Поппера, В.С.Степина, Б.ван Фраассена и др.);

- рядом методологических схем Г.П.Щедровицкого, В.М.Розина, И.С.Алексеева, И.В.Кузнецова, Е.А.Мамчур и др.;

- историческими реконструкциями науки В.П.Зубова, А.Койре, П.П.Гайденко и др.

В выводах и обобщениях автор опирался на результаты конкретно-научных исследований в истории и методологии науки и истории культуры.

К теоретико-методологическим основаниям исследования относятся и выдвигаемые диссертантом основные концептуальные идеи настоящей диссертации, определяющие научную новизну диссертационного исследования, к которым относятся следующие:

- предложена новая основная единица анализа естественнонаучного знания – "**раздел науки**", включающий в себя и эксперимент, и измерение в качестве своих элементов и принадлежащий уровню, расположенному между такими известными в литературе единицами как "дисциплина" и "теория". "Раздел науки" является более четким понятием, чем понятие "теория" (под которой можно понимать и, скажем, квантовую механику в целом, и теорию конкретного явления). Как правило, "разделы науки" достаточно канонизированы в развитых науках, поэтому мы сначала исходим из "остенсивного" представления "раздела науки (физики)", согласно которому он для нас представлен комплексом текстов (монографии, научные статьи, курсы теоретической физики и др.), бесспорно относимых учеными-физиками, также как и историками, методологами и философами науки, к определенному разделу физики.

Затем дается теоретическое определение "раздела науки" на основе введенной в работе новой структуры, названной "ядром раздела науки";

- внутри "раздела науки" выделяются **"первичные идеальные объекты"** (ПИО) и "вторичные идеальные объекты", которые составлены из первичных. Проблема определения "первичных идеальных объектов" решается с помощью неявного совместного способа их определения (типа введенного Д.Гильбертом для определения основных понятий геометрии) в рамках системы основных понятий и постулатов, называемых **"ядром раздела науки"** (ЯРН). "Ядро раздела науки" выступает в роли необходимого системного окружения соответствующих "первичных идеальных объектов" – основных понятий "раздела науки". Соответствующие "законы" выступают как атрибуты "первичных идеальных объектов". "Раздел науки" состоит из "ядра раздела науки" и множества теоретических моделей различных явлений;

- предлагается (исходя из анализа решения Галилеем задачи о движении падающего тела) "галилеевский" вариант **"конструктивного рационализма"** для создания новых "первичных идеальных объектов", из которого вытекает новый вариант решения спора между "реализмом" и "конструктивизмом" и связанных с ним философских проблем. Это составляет одно из принципиальных отличий предложенного в работе взгляда на физику от ряда направлений современной отечественной и западной постпозитивистской философии науки, на которые опирается данное диссертационное исследование;

- на основе введенных понятий "первичного идеального объекта" (ПИО) и "ядра раздела науки" (ЯРН) выделяются две **фазы** (и два типа деятельности) в истории "раздела науки": фаза создания новых ПИО, отвечающая рождению нового ЯРН и самого "раздела науки", т.е. научной революции, и фаза использования имеющихся ПИО для построения теоретических моделей различных явлений, отвечающая росту "раздела науки". В рамках нашей модели "научная революция" это прежде всего возникновение нового раздела науки, порожденного появлением новых "первичных идеальных объектов" (так появление квантовой механики и теории относительности, с одной стороны, отвечает возникновению новых разделов физики, а с другой – это обычно называют "научной революцией");

- предлагается единая для всех основных разделов физики детальная **структура** теоретической части "ядра раздела науки", описывающая физическое движение как **переход** физической системы из **одного состояния в другое**;

- в качестве **"оснований научного знания"** мы рассматриваем систему "первичных идеальных объектов", погруженную в структуру, названную нами "ядром раздела науки", составляющую фундамент данного раздела науки, а не "идеалы и нормы исследования", "научная картина мира" и

"философские основания науки"⁷ (похожий взгляд на смысл термина "основания науки" можно найти у И.В.Кузнецова⁸, у которого "основанием теории" называется "совокупность элементов физической теории", включающая "идеализированный объект", но сама "совокупность" и место в ней "общих законов" у нас существенно отличаются).

На основе этих концептуальных идей был получен ряд **новых результатов**:

- представлено конкретное **содержательное наполнение** структуры "ядра раздела науки" для: 1)классической механики, 2)гидродинамики, 3)электродинамики, 4)специальной теории относительности (СТО), 5)общей теории относительности (ОТО), 6)нерелятивистской квантовой механики, 7)термодинамики, 8)статистической физики;

- путем **упорядочения системы постулатов квантовой механики** в соответствии со структурой ЯРН для физики проведено уточнение постановки вопросов и за счет этого – снятие известных "парадоксов" и философских проблем в квантовой механике ("редукции волновой функции", измерения, места наблюдателя, проблемы понимания квантовой механики и множественности ее "интерпретаций", и др.) и теории относительности (смысл и место четырехмерного многообразия);

- на материале квантовой механики выявлена довольно широко распространенная в физике XX в. процедура специфического встраивания моделей классических разделов физики в "неклассическую" физику. Эта процедура названа нами **методом "затравочной классической модели"**;

- получены иные, чем в физике структуры теоретической части "ядра раздела науки" для **синергетики и химии**, исходя из чего представлены новые основания для различения химии XIX и XX вв.;

- выделены три уровня "научных революций": 1) возникновение новых разделов науки, отличающихся содержательным наполнением одной и той же структурной схемы теоретической части "ядра раздела науки" (например, разделов физики); 2) возникновение новых естественнонаучных дисциплин (наук), отличающихся самой структурой теоретической части "ядра раздела науки" (например, физика и химия); 3) возникновение нового типа науки, вызванное изменением самой "галилеевской" структуры "ядра раздела науки".

На защиту выносятся следующие теоретические положения:

- 1)Новая основная единица анализа естественнонаучного знания – **"раздел науки"**.

- 2) Новый подход к анализу структуры научной теории, названный **"модельным подходом"**, основанный на делении "раздела науки" на "ядро раздела науки", где определяются "первичные идеальные объекты" (ПИО) – основные понятия данного "раздела науки" и множества теоретических

⁷ Степин В.С. Теоретическое знание. М.: Прогресс-Традиция, 2000.

⁸ Кузнецов И.В. Избранные труды по методологии физики. М.: Наука, 1975, с.30-33.

моделей (теорий) различных явлений природы, строимых с помощью этих ПИО.

3) Различение двух фаз в развитии "раздела науки": фазы создания новых ПИО и фазы их использования для построения с их помощью теоретических моделей (теорий) различных явлений природы.

4) Конкретная общая структура "ядра раздела науки" для физики, единая для всех разделов физики.

5) Конкретное содержательное наполнение структуры "ядра раздела науки" для ряда разделов физики (классической механики, гидродинамики, электродинамики, специальной теории относительности (СТО), общей теории относительности (ОТО), нерелятивистской квантовой механики, термодинамики, статистической физики).

6) Формулировка нерелятивистской квантовой механики, в которой не возникает "явления" "редукции (коллапса) волновой функции", связанных с ним "парадоксов" и проблем "теории измерений" и множественности "интерпретаций квантовой механики".

7) Формулировка метода "затравочной классической модели" и его применения в различных разделах "неклассической" физики XX в.

8) Конкретная общая структура "ядра раздела науки" для синергетики и химии.

9) Новое гносеологическое направление – "конструктивный рационализм", опирающийся на альтернативный бэконовскому галилеевский метод построения естественнонаучных теорий.

Научно-практическая значимость диссертационного исследования.

Теоретическая значимость диссертационного исследования состоит:

- в разработке нового гносеологического направления – "конструктивного рационализма";
- в введении в рассмотрение новой единицы анализа – "раздел науки", на основе которой дано новое общее решение проблемы "структуры научной теории", а для физики предложена единая для всех разделов физики конкретная структура;
- предложена четкая формулировка нерелятивистской квантовой механики, в которой не возникает "явления" "редукции (коллапса) волновой функции" и связанных с ним "парадоксов" и проблем "теории измерений".

Построенная в диссертации эпистемологическая модель науки может позволить сделать ряд обобщений, которые, в принципе, дадут возможность конструктивно подойти к ответу на вопросы, возникающие в связи с проблемами "демаркации" К.Поппера и "несоизмеримости теорий" Т.Куна и П.Фейерабенда.

Практическая значимость диссертационного исследования определяется тем, что:

- полученные результаты могут быть использованы в преподавании. Автор использует их в своих лекциях для студентов и аспирантов

Московского физико-технического института (государственного университета) и студентов Российского гуманитарного университета (на этой основе разработан оригинальный вариант курса "Концепции современного естествознания");

- полученные результаты могут быть использованы физиками в качестве методических средств для быстрого перехода в новую область исследований, что было опробовано автором при решении одной сложной физической проблемы (создании теории акустических свойств магнитной жидкости).

Апробация результатов исследования. Основные результаты работы обсуждались на семинарах в ИФ РАН, МФТИ, ИИЕТ РАН, на XI Международная конференция. Логика, методология, философия науки. Москва-Обнинск, 1995, I и II Всероссийских философских конгрессах (Санкт-Петербург 1997, Екатеринбург 1999 гг.), на 1-й и 2-й Международных конференциях "Смирновские чтения" (Москва 1997 и 1999 гг.), на Общемосковском семинаре по теоретической физике под руководством акад. В.Л.Гинзбурга (19 мая 1999), на XXIII международном семинаре по фундаментальным проблемам физики высоких энергий и теории поля" в Протвино 21-23 июня 2000 г., на Международном конгрессе "100 лет квантовой теории. История, физика и философия (Мадрид, 2000), Международном конгрессе "100 лет квантовой теории. История, физика и философия (Москва, 2000) и др. Основные положения диссертации отражены в монографиях: Липкин А.И. Основания современного естествознания. Модельный взгляд на физику, синергетику, химию. М.: Вузовская книга, 2001. - 300 с.; Липкин А.И. "Модели современной физики (взгляд изнутри и извне)". М.: Гнозис, 1999. -165 с. и 20 печатных работах (все выполнены без соавторов).

Структура и объем работы определены целями, задачами и логикой исследования. В частности, поскольку предлагаемая модель содержит ряд принципиально новых моментов, то более подробное обсуждение вопросов новизны исследования и сравнения с имеющимися в литературе наиболее близкими аналогами, а также степень разработанности рассматриваемых проблем вынесены в соответствующие главы.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка использованной литературы. Объем диссертационной работы включает 254 стр. текста, 13 схем и рисунков. Список цитируемой литературы содержит 256 наименований, в том числе 52 источника на иностранных языках.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во «Введении» обосновывается актуальность темы исследования, характеризуется степень ее разработанности, формулируются цель и задачи исследования, его методологические основы, выделяются

положения, характеризующие новизну результатов и практическую значимость исследования.

В первой главе работы *«Галилеевская» модель естественной науки и "модельный подход"»* дано описание разработанного автором нового подхода к анализу структуры научной теории, названного "модельным подходом" и новое гносеологическое направление – "конструктивный рационализм", опирающийся на альтернативный бэконовскому галилеевский метод построения естественнонаучных теорий.

В первом параграфе *«От геометрии Евклида к естественной науке Галилея. "Модельный подход": понятия "первичного идеального объекта" и "ядра раздела науки"»* даны основные понятия "модельного подхода". Здесь указывается, что ключом к пониманию структуры физики (а на нее часто ориентируются и другие естественные науки) можно, по-видимому, считать геометрию Евклида. Две очень важные черты роднят геометрию и физику. **Первая** состоит в выделении двух типов идеальных объектов: **"первичных идеальных объектов"** – ПИО (таких как точка и прямая - в геометрии и частицы и поля – в физике) и **"вторичных"** (таких как многоугольники – в геометрии и модели явлений природы – в физике). С ней связана **вторая** черта – наличие **двух типов определений**: **"вторичные идеальные объекты"** определяются по отдельности и **явным** образом через **"первичные идеальные объекты"**, а **"первичные идеальные объекты"** определяются совместно **неявным** образом в рамках некоторой **минимальной** для данного раздела науки (физики) системы понятий и постулатов, которую мы назовем **"ядром раздела науки"** (ЯРН). В геометрии его аналогом является система аксиом геометрии. ПИО являются главными понятиями любого раздела физики (классической или квантовой механики, электродинамики и т.п.), выступающего в качестве основной единицы нашего анализа. Все теории любого раздела физики (т.е. теоретические модели явлений природы) составлены из этих "кирпичиков".

Два типа идеальных объектов – "первичных" и "вторичных" – обуславливают наличие двух типов работы в науке: по **созданию** новых ПИО и по **использованию** уже имеющихся ПИО для моделирования-объяснения и конструирования-предсказания различных явлений или построения картины мира. В истории науки эти фазы проявляются в споре конца XIX в. о том, в чем цель науки: "описывать" или "объяснять"?, в эйнштейновском делении теорий на "принципиальные" и "конструктивные", в куновском выделении "аномальной" и "нормальной" фаз развития науки.

Четкая многослойная структура "ядра раздела науки" (ЯРН), по сути, была создана Г. Галилеем в его "Беседах...".

Во-первых, в ЯРН (как и в любом эксперименте) можно выделить три части: **"приготовительную"** (П), **"теоретическую"** (Т), **"измерительную"** (И). Для эксперимента в квантовой механике они были выделены Фоком. В

эксперименте ведущей является теоретическая часть, которая говорит, что надо готовить и измерять. В свою очередь, теоретическая часть состоит из математического слоя и слоя физических моделей.

Особое место в нашей схеме занимают **процедуры измерения** (мы здесь следуем линии Г.П.Щедровицкого). По своему происхождению и смыслу измерение – это сравнение с эталоном. Образцом измерения, фактически, является измерение расстояния с помощью эталонного метра. Процедуры измерения расположены вне теоретической части (имеется в виду наличие принципиально нетеоретического остатка в виде той или иной процедуры сравнения с эталоном). Это **практическое действие**, а не объект теории в качестве явления "взаимодействия измерительного прибора с исследуемой системой" (подробнее мы это обсудим при рассмотрении квантовой механики).

Все перечисленные выше основные моменты нашего "модельного подхода" в качестве предпосылки подразумевают выбор в качестве основной единицы анализа "раздела науки".

Во втором параграфе «Галилеевский "конструктивный рационализм" и его место в споре "реализма" и "конструктивизма"» мы обращаемся к гносеологическим вопросам, связанным с природой "первичных идеальных объектов". Здесь дается критический обзор интенсивно ведущегося в связи с "проблемой Юма" в западной эмпирически ориентированной философии науки спора между наступающим "конструктивизмом" и обороняющимися "реализмами". Показывается отсутствие удовлетворительного решения этой проблемы и выдвигается принципиально иное не эмпиристское, а рационалистическое гносеологическое направление, которое мы назвали "конструктивным рационализмом".

Основатель эмпиризма Ф. Бэкон, на которого во многом ориентируется философия науки XIX-XX вв., предлагает "восходить по истинной лестнице... от частных к меньшим аксиомам и затем - к средним, одна выше другой, и наконец к самым общим":

**эмпирические факты → эмпирические закономерности (законы)
→ теоретические законы.** (1.3)

У Г. Галилея в текстах его "Бесед...", где он, решая задачу об описании падения тела, закладывает основу естественной науки Нового времени, проступает фактически схема противоположная бэконовской. В качестве исходного пункта его построений можно принять теоретическое утверждение, что природа "стремится применить во всяких своих приспособлениях самые простые и легкие средства... Поэтому, когда я замечаю, — говорит Г. Галилей в своих "Беседах...", — что камень, выведенный из состояния покоя и падающий со значительной высоты, приобретает все новое и новое приращение скорости, не должен ли я думать, что подобное приращение происходит в самой простой и ясной для всякого форме? Если мы внимательно посмотрим в дело, то найдем, что

нет приращения более простого, чем происходящего всегда равномерно..."⁹. Схема работы Галилея, ярко продемонстрированная в большом отступлении "о падении тел в пустоте" в ходе "1-го дня" "Бесед..." и повторяющаяся в задаче о брошенном теле ("4-й день"), такова: 1) задается закон движения (тела падают с одинаковой скоростью в 1-й "день" или равномерноускоренно в 3-й и 4-й "дни"); 2) в результате мысленных физических экспериментов происходит создание элементов физической модели идеального движения тела в пустоте и мешающей этому идеальному движению среды; 3) к созданному таким путем теоретическому построению — физической модели падения тела в пустоте — Галилей подходит как инженер к проекту, воплощая его в материал путем создания "гладких наклонных плоскостей" и других "конструктивных элементов" инженерной конструкции.

Отметим использование здесь фактически процедуры "по определению" при введении "пустоты" как такой совокупности условий, в которой галилеевское идеальное падение тела и реальное совпадают, и "среды" — того, что отклоняет реальное падение от идеального¹⁰. Эту линию продолжает И.Ньютон, у которого легко просматривается тот же рисунок. Это "галилеевское оборачивание" решает юмовскую проблему, которая возникает уже на первом шаге эмпиристской последовательности (1.3). Так, если мы возьмем закон Клайперона-Менделеева для идеальных газов — обычный пример-иллюстрация эмпирического обобщения, то в закон, т.е. универсальное высказывание, его превращает подобное оборачивание: если не подчиняется этому закону, то не идеальный газ. Но в последовательности (1.3), тем не менее, есть принципиальная разница между 2-й и 3-й ступенью. "Эмпирические законы" формулируются с помощью тех понятий, которые уже сложились в эмпирических исследованиях, как правило, непосредственно на языке измеримых величин. "Теоретические законы" формулируются с использованием новых понятий — "первичных идеальных объектов", которые непосредственно из опыта не выводятся.

Развиваемая нами линия "конструктивного рационализма" начинает свой отсчет от Г.Галилея и идет параллельно истории философии науки XVII-XX вв., параллельно бэконовской, декартовской и локковской (которую позитивизм отличает от бэконовской) линиям, слабо взаимодействуя с последними. Именно эта "галилеевская" линия порождает зрелые физику и химию Нового и Новейшего времени. В ее основе — выделение процесса создания новых "первичных идеальных объектов", и включение в него инженерного типа отношения между

⁹ Галилео Галилей. Избранные труды. Т. II. М.: Наука, 1964, с. 238.

¹⁰ Еще древнегреческие философы вводили пустоту как условие движения, а сопротивление жидкости и воздуха движению было фактом обыденного опыта. Так что у этого утверждения были исторические, онтологические и эмпирические основания. Но в строгом логическом смысле их можно рассматривать как постулаты.

теорией-проектом и эмпирическим материалом. Это составляет одно из фундаментальных отличий естественной науки Нового времени от натурфилософии, в которой нет подобной сложной "машины" по производству "первичных идеальных объектов", служащих "кирпичиками" для строительства теоретических моделей явлений природы и "картины мира" (в натурфилософии последняя строилась из умозрительных элементов).

При этом, согласно предложенной нами модели, создание новых "первичных идеальных объектов" происходит вообще не по бэконовской схеме эмпирической индукции. Опыты, как они понимаются в эмпирической традиции, идущей от Ф.Бэкона, дают, с одной стороны, исходный эмпирический материал (типа "донаучных" образов движения, газа и др.), который используется при создании "первичных идеальных объектов", а, с другой стороны, поставляют явления природы, которые "объясняются" в рамках уже существующих разделов науки.

В третьем параграфе «Описание движения и структура "ядра раздела науки" в физике» дается конкретизация полученной выше "галилеевской" модели "ядра раздела науки" для случая физики, которая выводится из схемы описания движения, сложившейся в классической механике к концу XIX в. В ней движение физической системы описывается как переход ее во времени из одного состояния в другое. В результате мы приходим к следующей двухслойной структуре теоретической части раздела физики ("Т-блока"), изображенной на сх.1. Здесь "физическая модель" (Мод) состоит из остающейся тождественной самой себе **физической системы А**, составленной в простейшем случае из одного "первичного идеального объекта", заданного **внешнего воздействия F** (внешней силы и т.п.) и изменяющихся со временем (t) **состояний физической системы** - $S_A(t; F)$, который мы далее будем часто кратко обозначать $S_A(t)$.



Сх. 1. Галилеевско-ньютоновская структура ядра раздела науки для физики

Связь между состояниями задается с помощью **математического слоя** (Мат), который состоит из "математического представления",

включающего математические образы элементов физической системы и ее состояний $\{S_A(t;F)\}_M$ и "уравнения движения". Последнее связывает состояния системы в различные моменты времени, определяя этим динамическое поведение физической системы и составляющих ее "первичных идеальных объектов". При этом все математические объекты связываются с эмпирическими объектами через элементы физической модели. Уравнение движения, наряду с "диахроническими" свойствами, описывающими рассматриваемый переход из одного состояния в другое, определяет также и "синхронические" свойства системы — множество возможных ее состояний.

Общее понятие состояния в физике можно дать следующим образом: знание состояния физической системы в некий момент времени t означает знание ответа на все возможные в данном разделе физики вопросы о любой характеристике соответствующего движения этой системы, относящейся к этому моменту времени, а также любому другому моменту времени (при заданном внешнем воздействии).

Все эти понятия задаются совместно и неявно в рамках ядра раздела науки, подобно тому, как задаются основные понятия геометрии в рамках системы аксиом геометрии. Кроме того, физическая система и ее исходное состояние должны иметь материальную реализацию в эмпирическом слое, а измеримые величины (расстояние, скорость, масса и т.п.), которые входят в физическую модель системы и ее состояний, должны быть обеспечены в эмпирическом слое соответствующими эталонами и процедурами сравнения с эталоном.

Эта, сложившаяся в классической механике структура, как мы увидим, является общей для всех разделов физики. Автор утверждает, что исходные положения (экспериментальные факты-аксиомы), которые задают любой раздел физики, по существу, описывают изображенные на схеме 1 элементы и связи и отвечают на вопросы: 1) что является физической системой? 2) каково множество состояний физической системы? 3) каково "математическое представление", т.е. математические образы элементов физической модели и уравнения движения? 4) каковы процедуры соотнесения соответствующих элементов модели и их математических образов? 5) какова система отсчета (поскольку речь идет о движении, то соответствующие измеримые величины без ответа на этот вопрос не определены)? 6) каковы процедуры измерения и эталоны для используемых в модельном слое измеримых величин, включая вопрос о поведении эталонов при переходе от одной движущейся системы отсчета к другой (обычно речь идет об "инерциальных" (т.е. движущихся равномерно и прямолинейно) системах отсчета); 7) Каковы правила сборки сложных систем из "первичных идеальных объектов" (ПИО). Обобщенное движение-перемещение, изображенное на структурно-функциональной схеме 1, задает специфику физики среди других естественных наук (отвечающих другим типам движения (изменения)) — к физике мы

относим разделы науки, в которых первичные идеальные объекты определяются в рамках схемы 1. В свою очередь, разделы физики отличаются друг от друга содержательным наполнением этой структурно-функциональной схемы. Проводя классификацию этих разделов, можно указать на два типа различий. Один тип различий характеризуется существенным различием типа систем и их множества состояний (механика, гидродинамика, электродинамика, термодинамика и другие разделы "классической" физики). Другой тип отличий связан, в первую очередь, с изменением характера поведения различных "первичных идеальных объектов" в одном и том же множестве состояний (отличие эйнштейновской релятивистской механики от нерелятивистской и, отчасти, классической механики от квантовой). Последний тип отличий характерен для "неклассических" разделов физики и задается, главным образом, через изменение уравнения движения в математическом слое (посредством описанного ниже метода "затравочной классической модели"), а не через изменение исходной модели в слое физической модели. Мы это подробнее рассмотрим ниже.

В четвертом параграфе «О месте моделей в физике (сравнение с позицией с Л.И. Мандельштама)» показывается, что главная причина замалчивания модельного слоя, его невидимость для ряда теоретиков (Мандельштама, Вигнера, и др.) лежит не в физике, а в философии. Такой взгляд, близкий инструментализму, формируется в связи со становлением "неклассической" физики (теории относительности и квантовой механики) в ходе борьбы Маха, Пуанкаре и других представителей 2-го позитивизма с ньютоновским механицизмом, стремившимся все объяснить с помощью механических моделей. В пафосе борьбы с последними сторонники Маха, среди которых были многие творцы новой физики, стали отрицать роль моделей в физике вообще. На этом фоне триумф специальной теории относительности многими был воспринят как победа инструментализма и махизма, у которых было только два значимых слоя: математический и измерений. Эта позиция была унаследована последующими поколениями физиков-теоретиков (но не всех, против такого понимания теоретической физики выступал, в частности, В.Гейзенберг). На примере истории формирования статистической физики показана сложность взаимодействия того, что создатели науки делают с тем, что они думают и говорят о своей деятельности, используя те понятия, которыми владеют.

В пятом параграфе «Место "модельного подхода" среди других подходов к проблеме структуры научных теорий в философии науки» производится сравнение нашего "модельного подхода" с "общепринятым взглядом" и структуралистскими моделями (П.Суппеса и В.Штегмюллера и др.), а также с отечественными моделями В.С.Степина, И.С.Алексеева, И.В.Кузнецова, Г.Я.Мякишева, Р.М. Нугаева.

Во второй главе диссертационной работы «*«Модельный подход» к основным разделам классической физики»* в первых четырех параграфах «Модельный подход» к классической механике. Архетип частиц и сил», «Модельный подход» к гидродинамике. Архетип непрерывной среды», «Архетип волны», «Модельный подход» к электродинамике. Архетип силового поля» дается содержательное наполнение "ядра раздела науки" для разделов классической физики, в которых рождаются ПИО, служащие архетипическими образами-моделями, используемыми для построения первичных идеальных объектов для других разделов физики. Это модель частиц в пустоте и силы, складывающиеся в механике Ньютона, модель непрерывной среды, складывающаяся в гидродинамике, и надстраиваемые над ней модели волны и силового поля. При рассмотрении электродинамики анализируется "метод аналогий Максвелла" и на истории формирования электродинамики демонстрируется наличие двух фаз в формировании раздела физики.

В последних двух параграфах «*«Модельный подход» к термодинамике»* и «*«Модельный подход» к статистической физике»* демонстрируется применение "модельного подхода" к нединамическим разделам физики, где роль времени играют другие величины. При этом показывается, что термодинамика является не феноменологическим, а вполне полноценным разделом физики, и анализируются весьма запутанные отношения между модельным и математическим слоями в статистической физике.

В третьей главе диссертационной работы «*«Модельный подход» к релятивистской механике»* в первых параграфах «*Специальная теория относительности (СТО)*» и «*Общая теория относительности (ОТО) и другие»* анализируются основные постулаты и понятия СТО и ОТО. Показывается на сколько важным является выбор эталона и процедур измерения (смена главного эталона определяет основные кинематические эффекты ТО: сокращение длин, замедление времени, относительность одновременности в движущейся системе отсчета). Демонстрируется "небэконовский" путь формирования нового раздела физики: СТО рождается как преодоление теоретического противоречия между уравнениями классической механики и электродинамики при их сопоставлении с "принципом относительности". ОТО возникает как решение теоретической задачи по построению релятивистской полевой теории тяготения. Обосновывается утверждение, что 4-мерное пространственно-временное многообразие и в СТО, и в ОТО принадлежит математическому слою, где вводится новое релятивистское уравнение движения, а модельный слой (т.е. модели частиц, полей и их состояний), остается тем же, что и в классических разделах физики. Показывается, что последнее утверждение справедливо и для двух основных альтернатив ОТО – эфирной и полевой теорий тяготения. Аналогичное утверждение

формулируется и в отношении порожденных идеями ОТО различных геометро-физических программ XX в., обсуждающихся в четвертом параграфе «Программы "геометризации"».

В третьем параграфе «Космологический сценарий "Большого взрыва"», с одной стороны дается пример "фазы использования", поскольку этот сценарий возникает как применение к Вселенной имеющихся ПИО из существующих разделов физики (ОТО, термодинамики, релятивистской квантовой механики). С другой стороны, здесь приводится ряд критических замечаний по поводу корректности подобного рассмотрения Вселенной, ибо, во-первых, все применяемые для этого разделы физики возникли как "лабораторные" (в смысле принципиального наличия заданных границ). Во-вторых, одним из оснований СТО и вытекающей из нее ОТО было четкое фиксирование процедур измерения, в то время как при описании сценария "Большого взрыва" об этом забывают, серьезные обсуждения процедур измерения для моментов, когда нет ни атомов, ни ядер отсутствуют.

Главная цель четвертой главы диссертационной работы «*Модельный подход к квантовой механике*», используя "модельный подход", дать четкую формулировку основных постулатов и понятий квантовой механики и на этой основе проанализировать споры вокруг "интерпретации квантовой механики".

В первом параграфе «Парадокс "волна-частица"» рассматривается история "старой" квантовой механики первой четверти XX в., в рамках которой сформировался основной парадокс - "корпускулярно-волновой дуализм", который в ходе создания современной "новой" квантовой механики в 1925-27 гг. преобразовывался в новый ПИО - квантовую частицу.

Это преобразование рассматривается во втором параграфе «Постулаты Шредингера и Борна». Анализ этих постулатов с помощью приведенных на (сх.1) понятий показывает, что постулаты Шредингера задают математический образ состояния квантовой системы в виде знаменитых волновых функций Шредингера (ВФ) и уравнение движения (уравнение Шредингера), однозначно определяющее связь состояний в различные моменты времени ("горизонтальную" связь) в математическом слое теории.

Постулаты Борна в виде "вероятностной интерпретации волновой функции" определяют "вертикальную" (в графике сх.1) связь между математическим образом состояния квантовой системы (ВФ), состоянием квантовой системы в модельном слое и процедурами измерения измеримых величин, посредством которых это состояние определяется. Здесь-то и появляется **вероятностная специфика квантовой механики** (которая здесь носит объективный характер — это свойство природы, а не результат нашего незнания). Согласно постулатам Борна и введенному

выше определение состояния физической системы следует, что все вопросы, которые можно задавать в квантовой механике можно относить только к распределениям вероятностей различных измеримых величин. Т.е. состояния квантовой системы определяются не значениями соответствующих измеримых величин, а лишь распределениями вероятностей этих значений. Это означает и существенное изменение, по сравнению с классической физикой, процедур измерения. Если в случае классической физики достаточно было произвести по одному измерению на каждую измеримую величину, чтобы определить состояние системы, то в случае квантовой физики в общем случае для этого необходима достаточно длинная серия измерений. Значения же отдельного акта измерения сопоставить с состоянием системы (если оно не приготовлено в собственном состоянии) нельзя ни до, ни после этого акта измерения. Это достаточно сильное утверждение, существенно отличающееся от обычно приводимой "копенгагенской" интерпретации Борна, исходящей из того, что до измерения нельзя говорить о состоянии.

В третьем параграфе «"Дополнительность" и "принципы" "дополнительности" и "неопределенности"» подвергаются анализу часто встречающиеся формулировки этих принципов, ассоциирующиеся со спецификой квантовой механики. Здесь, во-первых, утверждается, что это не дополнительные принципы, а теоретические следствия из постулатов Шредингера и Борна, что "соотношение (принцип) неопределенности" Гейзенберга является физическим выражением квантовомеханического свойства "взаимодополнительности" измеримых величин (математическим выражением этого свойства является некоммутативность соответствующих операторов), а не мерой возмущения системы при измерении, как его часто интерпретируют.

Критикуется боровская формулировка "принципа дополнительности" предлагающая "называть "явлением" лишь совокупное описание наблюдаемой физической системы и использующегося для этого наблюдения прибора". Этого не требует ни введенная система постулатов, ни реальная практика работы физика-теоретика. В то же время существует свойство "взаимодополнительности" измеримых величин, что приводит к существенному отличию пространства состояний физической системы в классической и квантовой физике. Одной из сторон этой особенности является то, что если мы захотим узнать состояние системы непосредственно из измерений, то нам придется прибегнуть к помощи "томографических" методов, исходящих из измерения распределения вероятностей измеримых величин ("наблюдаемых"), которые являются определенными комбинациями "дополнительных" измеримых величин. Эту томографическую процедуру для измерения состояния квантовой системы мы рассматриваем как «сухой остаток» расплывчатых формулировок «принципа дополнительности». В такой четкой и

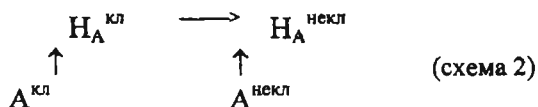
однозначной постановке, применяющейся, по сути, и в потоке практической работы внутри квантовой механики, "принцип дополнительности" вместе с расплывчатостью теряет и многие черты, которые ему приписывал Бор.

Во-первых, это касается центрального из приведенного выше его высказывания тезиса о «неделимости» квантовых явлений, «невозможности отграничить (атомные объекты) от их взаимодействия с измерительными приборами». В реальной работе физика не встает никакой подобной проблемы различения "атомного объекта" и "измерительного прибора". Физики умеют готовить исходное состояние, теоретически описывать его изменение с помощью волновой функции и давать с ее помощью ответ на все осмысленные в квантовой механике вопросы, в том числе и о распределении вероятностей любой измеримой величины, имеющей отношение к данной системе (в том числе и для "взаимодополнительных" величин).

Во-вторых, очень сомнительным представляется постоянно повторяемый Бором аргумент о непреходящем значении "языка классической физики" как средства коммуникации между физиками. С нашей точки зрения под фиксацией границы между "классической" и "неклассической" механикой, введенной Бором, скрывается граница между теоретической и "нетеоретической" частью (схема 1), между теорией и процедурами сравнения с эталоном. Эта граница действительно имеет логически необходимый статус. Но в качестве эталонов необязательны объекты классической механики. В теории элементарных частиц (при определении нестабильных частиц с помощью пузырьковой камеры) в качестве эталонов выступают более стабильные элементарные частицы. То же имеет место и при измерении неклассических измеримых величин, характеризующих элементарные частицы.

В пятом параграфе «Метод "затравочной классической модели"» рассматривается еще один постулат "новой" квантовой механики, задающий процедуру получения математического образа самой квантовой системы, который входит в уравнение движения (уравнение Шредингера). Эта постулируемая процедура приходит на смену боровского "принципа соответствия" "старой" квантовой механики.

Эта процедура является наиболее развернутым образцом применения характерного для физики XX века метода "затравочной классической модели" (сх.2.).



(схема 2)

Суть ее состоит в следующем: берется "затравочная" модель физической системы из классического раздела физики (классической

механики и электродинамики, например, планетарная модель атома), затем берется классический математический образ этой системы (в виде соответствующего гамильтониана ($H^{кл}$) или лагранжиана ($L^{кл}$)), после чего вводятся определенные процедуры (замена импульсов соответствующими операторами) для преобразования классического математического образа системы в квантовомеханический. Таким образом "затравочной" классической модели сопоставляют новое "неклассическое" математическое представление, в результате чего мы получаем модель с "неклассическими" свойствами.

В квантовой механике эта процедура используется при постановке задачи (поищите, откуда берется гамильтониан той или иной квантовомеханической задачи, например об атомном спектре, и вы найдете лежащую в ее основании "затравочную" классическую модель). Аналогичный прием-постулат используется и при переходе от "нетеоретической" "приготовительной" части к теоретической, когда, например, пучку электронов с определенным импульсом приписывают волновую функцию (отвечающую начальному состоянию) в виде плоской волны.

Таким образом, классическая механика и электродинамика оказываются принципиально встроенными в квантовую механику, в ее теоретическую часть и в процедуры приготовления (о процедурах измерения речь впереди).

Эта процедура, которую мы назвали «методом затравочной классической модели», может быть проведена с разной степенью полноты. Ею, в частности, определяется выбор квазиклассического или последовательного квантовомеханического описания электромагнитного поля. Так часто некоторые явления описываются с помощью сочетания «первичных идеальных объектов» квантовой механики и классической электродинамики. В этом случае говорят о квазиклассическом приближении.

"Метод затравочной классической модели", широко используется в физике XX в. Аналогичная процедура имела место и в теории относительности при введении нового релятивистского уравнения движения.

В пятом параграфе «Что такое "понимание" в физике?» разбирается и критикуется довольно популярное утверждение Р.Фейнмана, что "квантовую механику никто не понимает, хотя многие считают, что в ней все "чисто" и очень хорошо".

С нашей точки зрения, причина непонимания, о котором говорят Р.Фейнман и др. — применение неадекватных для этого случая классических понятий. Так непонятность, даже парадоксальность "дуализма волна-частица" возникает при попытке понять квантовомеханическое явление (типа поведения электрона) в логике классических понятий, где понятия частицы и волны являются альтернативными.

Но с той же ситуацией мы столкнемся, если в понятиях классической ньютоновской механики попытаемся описать электромагнитную волну с ее поперечным характером колебаний, требующим чрезвычайно твердого эфира, который мы почему-то не ощущаем, или при описании поведения тел, движущихся с околосветовыми скоростями. И это естественно: если бы в старых понятиях можно было описать новые явления, то не надо было бы создавать новые разделы физики.

"Непонятность" — это исходное состояние, которое в ходе сложной работы преобразуется в новые "первичные идеальные объекты" и разделы науки. Для квантовой механики такой исходной непонятностью стал сформулированный А.Эйнштейном, Луи де Бройлем и др. "корпускулярно-волновой дуализм", который в 1925—1927 гг. трудами Шредингера, Гейзенберга, Борна, Бора, Йордана и Дирака был преобразован в новый "первичный идеальный объект" (ПИО) — квантовую частицу. Поэтому отождествление понятности и привычности ("физики не понимали, не понимали и привыкли") неверно.

Можно, конечно, утверждать, что понятность — это наглядность, что частица в классической механике — это последовательное абстрагирование от пушечного ядра. Но здесь уместно вспомнить о неоптическом электромагнитном поле, которое вряд ли может считаться наглядным представлением, — никто его не видит и не ощущает непосредственно органами чувств. Да и не анахронизм ли само требование наглядности для понятности? Вспомним геометрию Евклида (в формулировке Гильберта), не говоря о геометрии Лобачевского. Так ли уж наглядны химические атомы?

Мы полагаем, что понятность в физике связана с прорисовкой физической модели. Так, ссылаясь на пример теории Птолемея с ее высокой "предсказательной ценностью", Гейзенберг подчеркивал, что несмотря на это "большинство физиков согласятся, что лишь после Ньютона удалось добиться "реального понимания" динамики движения планет. "Мы хотим каким-то образом говорить о строении атома, а не только о наблюдаемых явлениях, к которым относятся, например, ... капли в камере Вильсона", — пишет он в другом месте.

Но прорисовка физической модели явления требует прорисовка физической модели "первичных идеальных объектов", из которых оно составляется. Это достигается в результате ответа на вопросы, сформулированные в конце п. 1.3.

В шестом параграфе «**"Явление" "коллапса волновой функции"**. Анализ основных утверждений» выявляются три утверждения на которых основано данное "явление" и связанные с ним проблемы. УТВЕРЖДЕНИЕ 1: это измерение провозглашается явлением, которое должно описываться квантовой теорией; УТВЕРЖДЕНИЕ 2: это явление описывается как мгновенное изменение волновой функции (ВФ) системы, от $|\Psi\rangle = \sum_k c_k |b_k\rangle$ к $|b_1\rangle$ (в общем виде в дираковских обозначениях, где $|\Psi\rangle$ —

волновая функция состояния системы, $|b_k\rangle$ – собственная функция оператора измеримой величины, c_k – коэффициент разложения) с вероятностью $|c_k|^2$ (в соответствии с правилами Борна), этот скачок и называется "редукцией" или "коллапсом" волновой функции; УТВЕРЖДЕНИЕ 3: такой переход не описывается уравнением Шредингера, т.е. оказывается «незаконным» с точки зрения уравнений стандартной квантовой механики. Выводимая из последнего утверждения неполнота современной квантовой механики и необходимость дополнительного развития ее оснований и составляет суть того, что со времен фон Неймана имеют в виду под «проблемой» «редукции (коллапса) волновой функции».

Со времени ее формулировки в начале 1930-х эта проблема рассматривается как очень серьезная философская и физическая проблема и ради ее преодоления в квантовую механику вводят даже сознание и множество миров в многомировой интерпретация Эверетта¹¹. Попытками решения этой проблемы занимается и так называемая "квантовая теория измерений", которую мы рассмотрим ниже.

Уже первое утверждение вызывает сомнение. Как уже говорилось выше в связи с введением схемы 1, в рамках нашей модели квантовой механики (как и других разделов физики) раздел физики представляет собой исходно (со времен Галилея и до наших дней) гетерогенную конструкцию, состоящую из теоретической и "нетеоретической" частей. Для квантовой механики соответствующее гетерогенное описание мы находим у В.А.Фока¹². Но "фокская" "структура эксперимента" заложена уже в галилеевско-ньютоновской механике. В простейшем механическом эксперименте Галилея по скатыванию шаров с наклонной плоскости мы найдем те же три фазы-части: конструкцию для приготовления начального состояния (наклонная плоскость с поднятым на определенную высоту шариком); подчиняющееся теории движение шарика по гладкой наклонной плоскости; процедуры измерения (сравнение с эталоном) времени, расстояния и скорости. Потребовав включить процедуру измерения расстояния с помощью линейки внутрь теории Ньютона, мы получим классический аналог парадокса "кота Шредингера". Поэтому нам представляется совершенно необоснованным "Утверждение 1" и широко распространенное мнение, что "наиболее глубокое различие между квантовой и классической механикой состоит в учете особой роли процесса измерения".

Непринятие указанных нами границ между теорией и измерением имеет не физические, а философские, мировоззренческие корни. Такая

¹¹ Менский Б М Квантовая механика: новые эксперименты, новые приложения и новые формулировки старых вопросов. Успехи физич наук, 2000, т.170, вып. 6, с. 631-648.

¹² Фок В.А. Критика взглядов Бора на квантовую механику. В кн: Философские вопросы современной физики. М.: Госполитиздат, 1958. С. 154-176.

постановка задачи вытекает из убеждения Шредингера, что "наблюдение - такой же естественный процесс, как и всякий другой, и сам по себе не может вызывать нарушения закономерного течения естественных процессов". Основой этого убеждения является недостаточно обоснованное философское по своей сути утверждение фон Неймана, Д.Бомы и др., что "если квантовая теория способна дать полное описание всего, что может произойти во вселенной, то она должна иметь возможность описать также сам процесс наблюдения через волновые функции измерительной аппаратуры и исследуемой системы. Кроме того, в принципе, квантовая теория должна описать и самого исследователя, наблюдающего явления при помощи соответствующей аппаратуры и изучающего результаты эксперимента ... через волновые функции различных атомов, составляющих этого исследователя". Отсюда возникают мифические проблемы "проведения точной границы между объективным и субъективным" в квантовой механике (Де Бройль). Подобные утверждения являются безусловными с точки зрения позиции Лапласа (или Шредингера с его "кошкой"), согласно которой "поскольку все, включая человека, состоит из атомов, а атомы описываются механикой, то все действия и мысли человека можно описать с помощью механических законов". На этот философский, а не физический довод нечего возразить, кроме того, что мы не исповедуем идеологию столь крайнего механицизма, и что системный подход выдвинул противоположный тезис, утверждающий, что система обладает свойствами, которые не сводятся к свойствам ее элементов.

Далее показывается, что и другие два утверждения являются плодом определенной специфической интерпретации, а в общем случае оказываются несостоятельными.

Тот же диагноз выносится и проблемам "теории измерений в седьмом параграфе «Анализ оснований "квантовой теории измерений"».

Глобальная цель "квантовой теории измерений" – теоретическое (квантовомеханическое) описание процесса измерения, как он понимается в рамках "проблемы редукции (коллапса) волновой функции". И та и другая опираются на указанные выше утверждения (1-3). Поэтому приведенный там критический анализ распространяется и на "квантовую теорию измерений" и ставит под сомнение правомерность этой глобальной цели.

Реальная же теория измерений связана с квантовомеханическим рассмотрением различных вариантов косвенных измерений и включает приблизительно тот же круг вопросов, что и классическая теория измерений. И там, и там любая часть процедуры измерения, которая формулируется как физическая задача, решается в рамках соответствующего существующего раздела физики. Но в состав процедур измерения и там, и там включена и процедура сравнения с эталоном, которая является принципиально технической, а не физическим или психо-

ментальным (т.е. включающим сознание) явлением", и остается за границами теоретической части.

В восьмом параграфе «ЭПР-парадокс и "копенгагенские" интерпретации квантовой механики» критикуются формулировки "эксперимента Эйнштейна - Подольского - Розена", использующие "явление редукции (коллапса) волновой функции". В последние годы этот эксперимент из разряда "мысленных" перешел в разряд реальных и даже практически значимых (в связи с открытыми в последние годы перспективами новых приложений в сфере кодирования, передачи и обработки информации). Но во всех этих случаях правильно поставленная задача - задача о корреляциях значений измерений в пространственно удаленных точках - решается в рамках стандартной квантовой механики и никакого "ЭПР-парадокса" не порождает.

Исторически из возникшего вокруг ЭПР-парадокса спора между А.Эйнштейном и Н.Бором, противопоставившим ЭПР-парадоксу свой "принцип дополнителности", вырастает множественность интерпретаций квантовой механики и их размежевание на два больших лагеря.

А.Эйнштейн и его сторонники признавали наличие парадокса и необходимости дальнейшего развития квантовой механики, которое пошло, главным образом, по линии разработки теории скрытых параметров Д.Бома и близких им по духу "статистических интерпретаций", полагающих, что результаты квантовой механики применимы не к отдельным частицам, а лишь к ансамблям частиц.

Другой лагерь составили приверженцы "копенгагенской интерпретации" — весьма расплывчатого и широкого семейства интерпретаций (свои варианты были у Бора, Борна, Гайзенберга и др.), не признающих ЭПР-парадокса. В качестве общей черты здесь можно выделить утверждение о законченности здания квантовой механики и отнесение ее утверждений к отдельному микрообъекту (что мы разделяем), а также (отрицаемое нами) ведущее к проблеме "редукции волновой функции" представление об измерении как воздействии.

ЭПР-парадокс и порожденные им споры содержат существенную философскую и методологическую составляющие.

Как философская позиция «копенгагенская» интерпретация объединяет направления, которые выступают против "реалистической" интерпретации квантовой механики Эйнштейна и его последователей. Такая антиреалистическая позиция легко приходит к крайне операционалистской и инструменталистской позиции, отрицающей существование физических моделей (т.е. Мод-слоя на сх. 1) утверждающей, что "законы квантовой механики дают только вероятностные связи между результатами последовательных наблюдений, производимыми над системой" (Джон Уиллер). Например, предлагаемый копенгагенцем Борном на возражения Эйнштейна ответ звучит так: "Физик должен иметь дело не с тем, что он может мыслить (или представлять), а с тем, что он может наблюдать. С

этой точки зрения состояние системы в момент времени t , когда не предельвается никаких наблюдений, не может служить предметом рассмотрения".

Мы не разделяем этих крайних позиций. С нашей точки зрения, квантовая физика столь же модельна и столь же объективна, как и классическая физика, хотя эта модельность и объективность существенно отличаются от той, к которой стремились "реалисты".

Заметим, что множественность интерпретаций — черта сегодня характерная только для квантовой механики. Аналогичная ситуация имела место некоторое время при становлении электродинамики Максвелла, но с введением понятия электромагнитного поля — нового основного ПИО электродинамики "период интерпретаций" в электродинамике окончился.

В квантовой механике завершение фазы создания нового зрелого раздела физики — квантовой механики — произошло к концу 1920-х, когда были созданы все элементы для преобразования исходного парадокса "волна-частица" в новый "первичный идеальный объект" — квантовую частицу. В этом состояла суть перехода к "новой" квантовой механике. Это осталось неосознанным из-за отсутствия адекватной системы философских и методологических понятий. В результате вместо концентрации внимания на новом качестве **состояния** квантовой системы, проанализированном в п. 4.3, обсуждение (под воздействием Бора, с одной стороны, и фон Неймана — с другой) пошло по пути приписывания нового качества измерению.

В заключительном девятом параграфе «**Некоторые особенности многочастичных квантовых систем**» обсуждается еще одна особенность квантовой механики — неразложимость многочастичных систем на одночастичные (это проявляется в "ЭПР-эксперименте", "запрете Паули" и др.). В отличие от своего классического аналога, многочастичная квантовая система обладает некоей дополнительной целостной характеристикой фиксируемой постулатом о неразличимости (тождественности) квантовых частиц, составляющих многочастичную квантовую систему. Поэтому, если вопреки этому постулату многочастичную квантовую систему пытаться представить, как совокупность независимых частиц, то возникают парадоксы типа мгновенных взаимодействий на расстоянии (часто скрывающихся за термином "нелокальность").

Итак, никаких веских экспериментальных или теоретических оснований для утверждения о необходимости ревизии оснований нерелятивистской квантовой механики.

В пятой главе диссертационной работы «*"Модельный подход" к синергетике и химии*» в первом параграфе «Синергетика как естественная наука» для синергетики выявляется иная, чем в физике основная структура модельного слоя теоретической части. Эта структура

аналогична структуре "Т-блока" на сх. 1, если состояниям $S_A(t)$ системы A сопоставить динамические структуры (моды) $M_A(i, \eta_i, \lambda)$ нелинейной среды-системы A , отличающиеся друг от друга качественно (формой, это фиксирует индекс i) и количественно (это фиксирует значение величины "параметра порядка" η_i).

Модель синергетики как раздела науки, в центре которой стоит процесс перехода от одной динамической структуры $M_A(i)$ к другой:

$$M_A^{(i)}(\eta_i, \lambda_0) \rightarrow M_A^{(i)}(\eta_i, \lambda_1),$$

как бы надстраивается над различными разделами науки, поставляющими конкретные реализации открытой, диссипативной, нелинейной среды A .

Синергетика действительно приносит с собой новый тип моделей, которые оказываются полезными в совершенно разных областях, в том числе в биологии и социологии. Но аналогичная ситуация имеет место в теории колебаний. Новая характерная черта, проявляющаяся у этих детей XX в., состоит в том, что предметом их рассмотрения становятся определенные формы движения. При этом конкретный тип системы – носителя движения (механический, электрический, химический, ...) – оказывается несущественен для теории. Одновременно с появлением понятия формы движения появляется целевая причинность (стремление к некоторой форме), вопросы об устойчивости и переходы от одной формы движения к другой.

Математическими образами динамических структур являются аттракторы — предельные для множества траекторий в фазовом пространстве множества точек, образующих "фокусы", "предельные циклы", "странные" аттракторы, Упорядочение мод и отвечающих им аттракторов может производиться с помощью сравнительно небольшого числа, так называемых, "параметров порядка" (η). Математическим образом возникновения новой динамической структуры-моды, определяющей соответствующими уравнениями движения, является бифуркация. Их появление определяется изменением так называемых "управляющих параметров" (λ), являющихся аналогами F на сх.1, которые входят в уравнения движения. В качестве "управляющих параметров" часто выступает величина поступающей в систему энергии.

Структура синергетики, наличие в ней достаточно выраженного собственного модельного слоя указывает на то, что синергетика представляет собой особую фундаментальную естественную науку, а не математику (и не совокупность заимствований из математики, физики, теории систем и др.).

Во втором параграфе «"Физика неравновесных процессов" И. Пригожина» анализируется интересное переплетение синергетики, математики, физики и философии у И. Пригожина. Создаваемую им науку он, с одной стороны, рассматривает как развитие физики, как обобщение квантовой механики и космологии, как "взаимосвязь между двумя

основными областями теоретической физики — динамикой и термодинамикой", которая "затрагивает смысл времени". С другой стороны, он утверждает, что создаваемая им "новая наука — физика неравновесных процессов" — "связана с такими понятиями, как самоорганизация и диссипативные структуры"¹³. Т.е. эта наука имеет две проекции: физическую и синергетическую (во многом аналогичную ситуацию мы находим и при становлении теории колебаний, рожденной в лоне классической механики).

В плане первой И.Пригожин претендует на создание нового раздела физики, следовательно, он занимается описанной в гл.1 научной деятельностью по созданию новых "первичных идеальных объектов". Исходным моментом этой деятельности в XX в. часто является тот или иной "конструктивный парадокс", который в итоге преобразуется в новые "первичные идеальные объекты". Для И. Пригожина таким "**конструктивным парадоксом**" служит проблема "**необратимости времени**". И.Пригожин, вслед за А. Бергсоном, Г. Рейхенбахом и др., исходит из того, что необратимость это принципиально немеханическое свойство и вводит его конструктивно как новый "первичный идеальный объект" в ходе деятельности, отвечающей созидательной фазе развития науки. Правда, поскольку в философско-методологическом плане этого различения у него нет, то он часто попадает в ту же сложную ситуацию, что и высокопочитаемый им Л. Больцман.

При этом И. Пригожин, отгалкиваясь от сложившейся статистической физики (классической и квантовой) создает новое **математическое представление**, вводя в математическом слое супероператоры и операторы с комплексными собственными значениями в "оснащенных" пространствах. С их помощью он вводит процедуру "**хронологизации**"¹⁴ (в более ранней работе она связывалась с введением операторов микроскопической энтропии M и времени T), которая "в общем случае приводит к принципиально вероятностной эволюции с нарушенной симметрией во времени". Т.е. И. Пригожин ввел в математическое представление образ необратимости — специфический термодинамического элемента физической модели. В математическом слое у И. Пригожина ему отвечает мнимая часть собственного значения оператора. По сути, И.Пригожин применяет здесь тот же "метод затравочной классической модели", который был проанализирован выше для квантовой механики.

В результате И.Пригожин действительно построил «мост» между динамикой и термодинамикой, но не совсем в том смысле как он говорит. С нашей точки зрения "мост" состоит в "методе затравочной классической модели". Пригожин разработал значительно более общую, чем больцмановская, процедуру построения неравновесной статистической

¹³ Пригожин И. Переоткрытие времени. //Вопросы философии, 1989, N8, с. 5.

¹⁴ Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант. К решению Парадокса Времени. М. : Прогресс, 1994

физики. Но созданная им неравновесная физика не позволяет "слить в единое целое динамику, статистическую механику и термодинамику". Что же касается "квантового парадокса" (так И. Пригожин называет проблему "редукции (коллапса) волновой функции"), проанализированного нами выше, то никакого утверждаемого им прорыва, как и принципиальной победы эйнштейновской интерпретации квантовой механики, нам тут не видится. Из того, что в математическом слое (сх.1) математический образ пространства состояний в "динамической" физике оказывается частным (вырожденным) случаем математического образа пространства состояний в "неравновесной физике", не следует, что в слое физической модели эйнштейновские ансамбли (так называемая статистическая интерпретация, к которой тяготеет И. Пригожин) получают преимущество по сравнению с "копенгагенской" интерпретацией. Указанный им переход в математическом слое вполне соответствует описанию модели отдельных частиц в модельном слое. Таким образом, пригожинскую "брюссельскую" интерпретацию квантовой механики можно рассматривать как разновидность "статистической" интерпретации. Отметим, что, в отличие от необратимости, "квантовый парадокс" рассматривается И.Пригожиным как явление в рамках "объяснительной" деятельности и, с нашей точки зрения, здесь ничего принципиально нового не возникает.

В синергетической проекции построений И. Пригожина центральную роль играют "резонансы Пуанкаре". Эти резонансы отвечают модам-структурам Г.Хагена, а рассматриваемые пригожинской «физикой неравновесных процессов» системы — открытые и диссипативные системы. Т.е. пригожинская "новая наука — физика неравновесных процессов" предстает здесь как один из вариантов (разделов) синергетики, в котором рассматриваются особые "хаотические" моды-структуры.

В философском плане И.Пригожин породил целое направление философствования, тяготеющее к физикализму и имеющее много общих черт с философским потоком в квантовой механике, идущим от фон Неймана и Шредингера, где естественнонаучными средствами хотят описать все, включая человека. Это направление пока не дало существенных результатов, но очень на них надеется.

В третьем параграфе «Основные понятия химии» сначала выявляется "ядро раздела науки" для химии XIX в., химии Лавуазье и Дальтона. В основную систему понятий здесь, во-первых, входят понятия **химический атом, химическая связь и химическое соединение, химическое вещество**. Последнее, с одной стороны, есть множество одинаковых фрагментов, которые называют "химическим соединением", а с другой стороны, оно характеризуется определенным набором свойств. В определение понятия "химического вещества" входит возможность его реализации в виде "эмпирического вещества". Эмпирической материализацией "химических веществ" являются **эмпирические вещества** в виде жидкостей, газов или твердых тел, обладающих

определенными свойствами, отличающими их друг от друга. Их приготовление и "измерение" (т.е. отождествление эмпирического вещества с определенным "химическим веществом") – прерогатива "аналитической химии". Посредством **взаимоопределяемых понятий "простого" и "составного" вещества** вводится понятие "**химического атома**", как минимальной порции простого вещества, и химической молекулы ("составного атома" Дальтона), как минимальной порции "составного" вещества. Самым сложным среди них является понятие химической связи. В отличие от атомов, число сортов которых достаточно быстро устоялось (в химических соединениях присутствует не более 80 разных сортов атомов), множество химических связей чрезвычайно велико и продолжает расти.

Следующим необходимым элементом исходной системы понятий является понятие **химического превращения** одних химических соединений (и веществ) в другие (химической реакции),

$\{\text{соединения (вещества)}\}_1 \rightarrow \{\text{соединения (вещества)}\}_2, (5.3.1)$
 которое в химии играет роль подобную структуре $\{S_A(t_1) \rightarrow S_A(t_2)\}$ в физике.

И, наконец, для того, чтобы получить замкнутую систему взаимосвязанных и совместно определяемых неявным образом основных понятий требуется ввести еще понятие "**базового множества химических веществ и их превращений**", с помощью которого определяются все исходные атомы и связи (поскольку открыт набор связей, постольку исторически открыто и это "базовое множество"). Имея исходный набор химических атомов и связей можно строить разнообразные новые химические соединения.

В результате для химии получается своя структура "ядра раздела науки". Различные разделы химии отвечают разным содержательным наполнениям соответствующих функциональных мест. Разделы химии, во-первых, различаются типом рассматриваемых в них соединений: неорганическая и органическая химия, кристаллохимия, При этом в разных разделах могут вводиться свои многоатомные исходные единицы (например, CH_3 , аминокислоты, белки,...). Число типов соединений постоянно растет, для некоторых из них трудно или бессмысленно говорить о молекулах. Во-вторых, разделы химии различаются моделью превращения. Так в химической кинетике модель превращения усложняется — вводится понятие **скорости** химического превращения (реакции) и ее обратимости, которые зависят от соответствующих внешних условий (температуры, давления, агрегатного состояния, наличия катализаторов и т.д.). На этом пути возникает коллоидная химия и т.п. Но в основе все равно остается структура (5.3.1).

В XX в. парадигма химии существенно изменилась. В основе современных химических представлений лежат представления **квантовой химии**, которая возникает в результате совмещения "**физических**" и

"химических" атомов (и молекул). В результате этого все введенные выше исходные представления химии начинают переопределяться **явным** образом через физические модели. В первую очередь это касается атома. Физические модели кладутся в основание явного определения химических связей. Параллельно шло формирование и **развитие физической аналитической химии** (спектроскопия, рентгеноанализ и т.п.) – т.е. нового типа эталонов и измерительных процедур для определения химических соединений и их компонентов. Можно сказать, что появилась **"физико-химическая аналитическая химия"** XX в., сменившая химическую аналитическую химию XIX в.

В **«Заключении»** кратко просуммированы основные результаты и выводы исследования.

1. В работе предложена новая единица анализа – **"раздел науки"** и дан новый подход к анализу структуры научной теории, названный **"модельным подходом"**. В основе этого подхода лежат новые понятия: **"первичных идеальных объектов"** и **"ядра раздела науки"**.

2. На основе этой структуры введено разграничение двух типов деятельности (или фаз) в науке: 1) создание новых **"первичных идеальных объектов"** (новых разделов науки) и 2) использование уже созданных **"первичных идеальных объектов"** для построения теоретических моделей явления природы или **"картины мира"**. Первый тип отвечает **"научной революции"**, второй – **росту раздела науки**.

3. Указана альтернативность **бэконовского** и **галилеевского** методов построения научных теорий, на основе которой предложена **неэмпиристская позиция** в философии науки, названная **"конструктивным рационализмом"**.

5. Введена конкретная единая для всех разделов физики структура теоретической части раздела физики, в основе которой лежит модель движения как перехода физической системы из одного состояния в другое.

6. Описан метод **"затравочной классической модели"**, широко применяемый в **"неклассической" физике XX в.**

7. Разработанный в работе **"модельный подход"** применен к анализу классической механики, гидродинамики и электродинамики, задающих основные для физики архетипы частицы в пустоте, непрерывной среды, волны и силового поля.

8. Разработанный в работе **"модельный подход"** применен также к анализу специальной и общей теории относительности, к вопросу о связи пространства и времени (в диссертации утверждается, что в современной физике она имеет место лишь в математическом слое теоретической части); поставлен ряд принципиальных вопросов в отношении оснований выводимого из общей теории относительности сценария **"Большого взрыва"**.

9. Выявлено "ядро раздела науки" для нерелятивистской квантовой механики, делающее ее структуру четкой, прозрачной и лишенной "явления" "редукции (коллапса) волновой функции" и связанных с ним «парадоксов».

10. Представленный в диссертации "модельный взгляд" применен к анализу термодинамики и статистической физики. На основании этого анализа 1) дана критика взгляда на термодинамику как на чисто феноменологическую науку; 2) в статистической физике разведены модельный ("максвелло-больцмановский") и математический ("гиббсовский") слои, указана неоднозначность при использовании Гиббсом понятий системы и ее состояний. Показано использование при возведении здания статистической физики методов "аналогий" и "затравочной классической модели".

11. Представленный в диссертации "модельный подход" применен к анализу синергетики. Выявлен четкий модельный слой. Получена отличающаяся от ранее рассмотренных разделов физики структура теоретической части ее "ядра раздела науки". Проведен критический анализ ряда весьма популярных утверждений И. Пригожина.

12. Разработанный в работе "модельный подход" применен к анализу химии. Получена структура теоретической части ее ЯРН, отличающаяся от структуры теоретической части ЯРН для разделов физики. Выявлено существенное различие в структуре исходных понятий в химии XIX в. (химии Лавуазье и Дальтона) и химии XX в., использующей понятия атомной физики.

13. Предложены три уровня "научных революций": 1) возникновение новых разделов науки, отличающихся содержательным наполнением одной и той же структурной схемы теоретической части "ядра раздела науки" (например, разделы физики); 2) возникновение новых естественнонаучных дисциплин (наук), отличающихся самой структурой теоретической части "ядра раздела науки" (например, физика и химия); 3) возникновение нового типа науки, вызванное изменением самой "галилеевской" структуры "ядра раздела науки", изображенной на сх. 1.

Основные положения диссертации отражены в следующих 22 публикациях автора по теме диссертации, среди которых 2 монографии, 12 статей, 6 тезисов докладов на международных и всероссийских конференциях, 2 учебных пособия:

1. Липкин А.И. Основания современного естествознания. Модельный взгляд на физику, синергетику, химию. - М.: Вузовская книга, 2001. - 300 с. (18 п.л.).
2. Липкин А.И. Модели современной физики (взгляд изнутри и извне). - М.: Гнозис, 1999. - 166 с. (12 п.л.).

3. Липкин А.И. Существует ли явление "редукции волновой функции" при измерении в квантовой механике? // Успехи физических наук, т. 171, N 4, 2001, с. 437-441 (4 с., 0,5 п.л.).
4. Липкин А.И. О месте моделей в современной физике // Философия науки, N6, М.: ИФ РАН, 2000, с. 40-47 (8 с., 0,4 п.л.).
5. Липкин А.И. О программе дисциплины "Концепции современного образования". В сб.: Всероссийская конференция "Естественно-научное образование в структуре высшего образования России" 19-21 апреля 2000 г. Материалы конференции, М., 2000. С. 55-58. (4 с., 0,25 п.л.).
6. Липкин А.И. Концепции современного естествознания (дополнительные главы). Пособие к курсу лекций. Москва. 2000. - 64 с. (4 п.л.).
7. Lipkine A. Model of quantum particle instead of "interpretations" of quantum mechanics. International Congress 100 YEARS OF QUANTUM THEORY. History, Physics and Philosophy. 22nd - 25th November 2000. (Thesises). Madrid.: The Facultad de Filosofia, Universidad Complutense de Madrid, 2000, p.40. (1 с., 0,1 п.л.).
8. Липкин А.И. Модельные основания физики. В сб.: Съезд российских физиков-преподавателей "Физическое образование в XXI веке" Тезисы докладов (дополнения). Москва, 28-30 июня 2000 г. МГУ, с. 431 (1 с., 0,1 п.л.).
9. Липкин А.И. Философия, математика, физика и синергетика у И.Пригожина (позиция конструктивного рационализма). В кн.: Синергетическая парадигма. Многообразие поисков и подходов. М.: Прогресс-Традиция, 2000; с. 434-452. (19 с., 1 п.л.).
10. Липкин А.И. Фр. Бэкон, Г.Галилей и современная философия науки Философские науки, 1999, N 3-4, с. 117-137. (21 с., 1,2 п.л.).
11. Липкин А.И. От эмпиризма к рационализму (на материале становления электродинамики) // Философия науки. 1999, N5, с. 77-102. (25 с., 1 п.л.).
12. Липкин А.И. О месте моделей и "методе затравочной классической модели" в современной физике. "Смирновские чтения". 2 Междунар. Конфер. М.: ИФ РАН, 1999, с. 205-207. (3 с., 0,25 п.л.).
13. Липкин А.И. Демифологизация процесса измерения в квантовой механике// II Российский философский конгресс. Екатеринбург. 1999. Т., с. 132-133. (2 с., 0,15 п.л.).
14. Липкин А.И. О месте физических моделей в современных физических концепциях пространства и времени. // Кентавр. Методологический и игротехнический альманах. № 19 (май 1998). С. 37-43. (7 с., 1 п.л.).
15. Липкин А.И. Определение и классификация естественных наук на основе галилеевской конструктивно-рационалистической модели

- науки // I Российский философский конгресс. Человек. Философия. Гуманизм. Санкт-Петербург. 1997. Т.5, с. 135-138. (4 с., 0,25 п.л.)
16. Липкин А.И. Концепции современного естествознания. Учебное пособие. Институт технологий, экологии и предпринимательства Московского энергетического института (технического ун-та). М., 1997. - 66 с. (4 п.л.).
 17. Липкин А.И. Конструктивно-рационалистическая модель физики. // Международная конференция. "Смирновские чтения". М.: ИФ РАН, 1997, с. 107-108. (2 с., 0,1 п.л.).
 18. Липкин А.И. «Парадоксы» квантовой механики глазами «реалиста-эмпирика», «конструктивиста-эмпирика» и «конструктивиста-рационалиста» // Философия науки. 1996, N2, с. 199-217 (19 с., 1 п.л.)
 19. Липкин А.И. О роли математических моделей в естественных науках: прецедент или образец для других областей знания? В кн.: Математическое моделирование исторических процессов. М., 1996. С. 57-66 (10 с., 0,5 п.л.).
 20. Липкин А.И. Галилеевская структура современной физики. В кн.: XI Международная конференция. Логика, методология, философия науки. Т. VI. Москва-Обнинск, 1995, с. 31-33 (3 с., 0,3 п.л.).
 21. Lipkin A. Permissible Boundaries in the Development of the Natural Sciences. *Phystech Journal*. 1994, vol.1, No 3, p. 85-96. (12 с., 0,7 п.л.).
 22. Липкин А.И. Акустические свойства магнитных жидкостей с агрегатами // Магнитная гидродинамика. N3, 1985, с. 25-30 (6 с., 0,2 п.л.).

Итого по теме диссертации автором опубликовано 22 работы общим объемом 47 п.л.



Подп. к печ. 25.06.2001 Объем 2 п.л. Зак. 250 Тир. 100
Типография МПГУ

2-